

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-205286

(43)Date of publication of application : 30.07.1999

---

(51)Int.Cl. H04J 13/04  
H01Q 3/26  
H04B 1/10  
H04B 7/08

---

(21)Application number : 10-013196

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.01.1998

(72)Inventor : ISHII NAOTO  
MARUTA YASUSHI  
YOSHIDA NAOMASA  
ATOKAWA AKIHISA

---

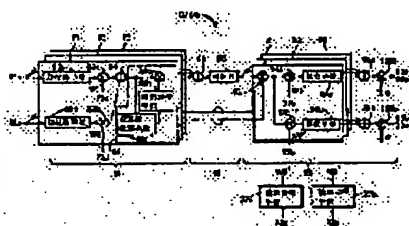
(54) CDMA MULTI-USER RECEIVER SYSTEM

---

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain demodulated signals of pluralities of users without increasing a scale of the receiver system by combining a signal processing section that estimates an interference signal for each of signals received by pluralities of antennas with a signal processing section that eliminates the interference signal and demodulates pluralities of the user signals.

**SOLUTION:** Antenna weight coefficients  $W_1$ ,  $W_2$  are respectively supplied from antenna weight decision means. In a detector 86, a transmission channel estimate means 86a applies carrier phase synchronization detection to an output from an adder 84 and gives its output signal to a multiplier 86c via a complex conjugate means 86b. The multiplier 86c applies amplitude weighing to an output of the complex conjugate means 86b and an output of the adder 84 for the provision of rake synthesis at a succeeding adder 88. The adder 88 applies weighting to an output of each multiplier 86c of three paths for the rake synthesis. A decision device 90 decides a most probable transmission symbol from an output of the adder 88.



---

LEGAL STATUS

---

[Date of request for examination] 08.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2991179

[Date of registration] 15.10.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-205286

(43)公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 J 13/04

H 0 4 J 13/00

G

H 0 1 Q 3/26

H 0 1 Q 3/26

C

H 0 4 B 1/10

H 0 4 B 1/10

M

7/08

7/08

D

審査請求 有 請求項の数19 F D (全 18 頁)

(21)出願番号

特願平10-13196

(22)出願日

平成10年(1998) 1月 8 日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72)発明者 石井 直人

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(72)発明者 丸田 靖

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(72)発明者 吉田 尚正

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 森崎 俊明

最終頁に続く

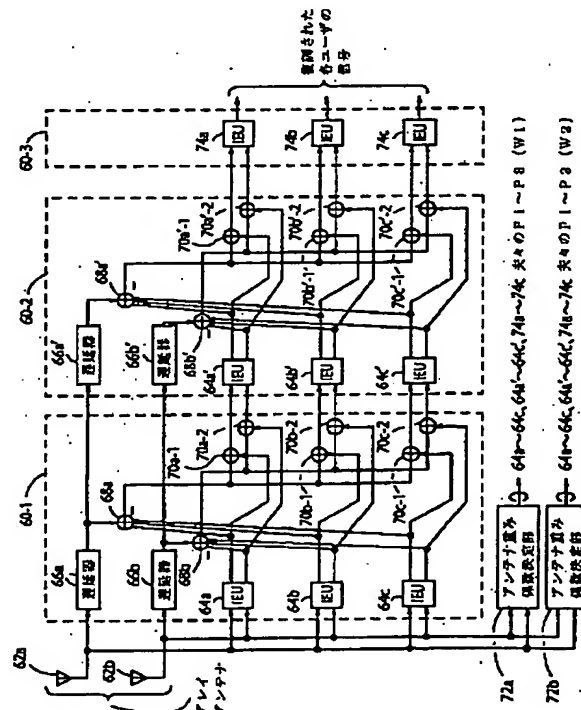
(54)【発明の名称】 CDMAマルチユーザ受信装置

(57)【要約】

(修正有)

【課題】 マルチユーザ受信装置とアレイアンテナとの組み合わせにより、アレイアンテナと干渉除去を効果的に組み合わせることで装置規模の大幅な削減と優れた干渉除去特性を実現可能とする。

【解決手段】 複数のアンテナからなるアレイアンテナ 62 a、62 b と、複数のユーザ毎に設けられて複数のアンテナで受信した信号の夫々に関して干渉レプリカを推定した信号を出力する第 1 の干渉推定手段 64 a、64 c と、複数のアンテナで受信した信号と複数のユーザ毎に設けた第 1 の干渉推定手段の出力とから、夫々のユーザに関して自己以外のユーザの干渉信号を除去した信号を複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 1 の干渉信号除去手段 (遅延器 66 a、66 b、加算器 68 a、68 b、及び加算器 70 a-1~70 c-2) と、第 1 の干渉信号除去手段の出力を受けて複数のユーザの信号を復調する復調手段とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数のアンテナからなるアレイアンテナと、

複数のユーザの夫々に関して上記複数のアンテナで受信した信号毎に干渉信号の推定を行い干渉信号を除去して複数のユーザの信号を復調する信号処理部とを組み合わせることを特徴とする CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 2】複数のアンテナからなるアレイアンテナと、

複数のユーザ毎に設けられ、上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関して干渉レプリカを推定した信号を出力する第 1 の干渉推定手段と、

上記複数のアンテナで受信した信号と上記複数のユーザ毎に設けた第 1 の干渉推定手段の出力とから、夫々のユーザに関して自己以外のユーザの干渉信号を除去した信号を上記複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 1 の干渉信号除去手段と、

該第 1 の干渉信号除去手段の出力を受けて複数のユーザの信号を復調する復調手段とを有する CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 3】上記第 1 の干渉信号除去手段に接続し、該第 1 の干渉信号除去手段から出力するユーザ毎の上記複数のアンテナに対応した信号の夫々に関する干渉レプリカを更に推定した信号を出力する第 2 の干渉推定手段を複数のユーザ毎に有し、

上記複数のアンテナで受信した信号と複数の上記第 2 の干渉推定手段の出力とから、夫々のユーザに関して自己以外のユーザの干渉信号を除去した信号を上記複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 2 の干渉信号除去手段と、

を更に具え、上記第 2 の干渉推定手段及び上記第 2 の干渉信号除去手段とを上記復調手段の前段に設けたことを特徴とする請求項 2 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 4】上記第 1 の干渉推定手段は、

上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に逆拡散を施すと共にアンテナ重み付けを行った後に信号を合成し、伝送路推定信号を作成して復調する第 1 手段と、

該第 1 手段の出力を受けて送信シンボルを判定する第 2 手段と、

該第 2 手段の出力と上記伝送路推定信号に基づいて干渉レプリカの推定を行い、アンテナ数に対応する信号に分歧し、該分歧した信号に拡散を施すと共に上記アンテナ重みの複素共役重み付けを行って上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関する干渉レプリカ推定信号を出力する第 3 手段とを有する請求項 2 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 5】上記第 2 の干渉推定手段は、

上記第 1 の干渉信号除去手段から出力する上記複数のアンテナに対応したユーザ毎の干渉除去後の信号の夫々に

逆拡散を施すと共にアンテナ重み付けを行った後に信号を合成し、伝送路推定信号を作成して復調する第 1 手段と、

該第 1 手段の出力を受けて送信シンボルを判定する第 2 手段と、

該第 2 手段の出力と上記伝送路推定信号に基づいて干渉レプリカの推定を行い、アンテナ数に対応する信号に分歧し、該分歧した信号に拡散を施すと共に上記アンテナ重みの複素共役重み付けを行って上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関する干渉レプリカ推定信号を出力する第 3 手段とを有する請求項 3 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 6】上記第 1 の干渉信号除去手段は、

上記複数のアンテナ夫々から出力する信号を所定時間だけ遅延させる遅延手段 (66 a, 66 b) と、

該遅延手段の出力から上記第 1 の干渉推定手段の出力を減じる第 1 の加算手段 (70 a-1 ~ 70 c-2) と、

該第 1 の加算手段の出力と複数のユーザ夫々に割り当てられた上記第 1 の干渉推定手段の出力をアンテナに対応させて加算して上記第 1 の干渉除去手段の出力とする第 2 の加算手段とを有する請求項 2 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 7】上記第 1 及び第 2 の干渉推定手段の夫々はマルチパス信号伝搬路に対応してパス単位に上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に対して干渉レプリカを推定した信号を出力する請求項 2 乃至 6 の何れかに記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 8】上記復調手段は、

上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関する干渉レプリカ推定信号を上記第 3 手段から受けて逆拡散を施すと共にアンテナ重み付けを行った後に信号を合成し、伝送路推定信号を作成して復調する第 4 手段と、

該第 4 手段の出力を受けて送信シンボルを判定して出力する第 5 手段とを有する請求項 2 乃至 7 の何れかに記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 9】上記復調手段は、マルチパス信号伝搬路に対応してパス単位に上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に対して復調を行う請求項 8 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 10】複数のアンテナからなるアレイアンテナと、

上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関して干渉レプリカを推定した複数の第 1 の信号を出力すると共に、複数のユーザ夫々に関し自己信号の推定信号である第 2 の信号を出力する第 1 の干渉推定手段を複数のユーザ毎に有し、

上記複数のアンテナで受信した信号と上記第 1 の信号とから、夫々のユーザに関して全ユーザの干渉信号を除去した信号を上記複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 1 の干渉信号除去手段と、

該第 1 の干渉信号除去手段の出力と上記第 2 の信号を受けて複数のユーザの信号を復調する復調手段とを有する CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 1】上記第 1 の干渉信号除去手段に接続し、該第 1 の干渉信号除去手段から出力する上記複数のアンテナに対応したユーザ毎の干渉除去後の信号の夫々に関して干渉レプリカを更に推定した信号を出力すると共に、複数のユーザ夫々に関し自己信号の推定信号を出力する第 2 の干渉推定手段を複数のユーザ毎に有し、上記複数のアンテナで受信した信号と上記複数の第 2 の干渉推定手段の出力とから、夫々のユーザに関して自己以外のユーザの干渉信号を除去した信号を上記複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 2 の干渉信号除去手段と、を更に具備、上記第 2 の干渉手段及び上記第 2 の干渉信号除去手段とを上記復調手段の前段に設けたことを特徴とする請求項 1 0 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 2】上記第 1 の干渉推定手段は、上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に逆拡散を施すと共にアンテナ重み付けを行った後に信号を合成し、伝送路推定信号を作成して復調する第 1 手段と、該第 1 手段の出力を受けて送信シンボルを判定する第 2 手段と、該第 2 手段の出力と上記伝送路推定信号に基づいて干渉レプリカの推定を行って上記誤差信号である上記第 2 の信号を出力すると共に、該第 2 の信号をアンテナ数に対応する信号に分岐し、該分岐した信号に拡散を施すと共に上記アンテナ重みの複素共役重み付けを行って上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関する干渉レプリカを推定した上記第 1 の信号を出力する第 3 手段とを有する請求項 9 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 3】上記第 2 の干渉推定手段は、上記干渉信号除去手段から出力する上記複数のアンテナに対応したユーザ毎の干渉除去後の信号の夫々に逆拡散を施すと共にアンテナ重み付けを行った後に信号を合成し、上記第 2 の信号を加算した後に伝送路推定信号を作成して復調する第 1 手段と、該第 1 手段の出力を受けて送信シンボルを判定する第 2 手段と、該第 2 手段の出力と上記伝送路推定信号に基づいて干渉レプリカの推定を行って自己信号の推定信号である上記第 2 の信号を出力すると共に、該第 2 の信号をアンテナ数に対応する信号に分岐し、該分岐した信号に拡散を施すと共に上記アンテナ重みの複素共役重み付けを行って上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関する干渉レプリカを推定した上記第 1 の信号を出力する第 3 手段とを有する請求項 1 1 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 4】上記第 1 の干渉信号除去手段は、

上記複数のアンテナ夫々から出力する信号を所定時間だけ遅延させる遅延手段と、該遅延手段の出力から上記第 1 の干渉推定手段の出力を減じる第 1 の加算手段と、を有する請求項 1 0 乃至 1 2 項の何れかに記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 5】上記第 1 及び第 2 の干渉推定手段の夫々はマルチパス信号伝搬路に対応してパス単位に上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に対して干渉レプリカを推定した信号を出力する請求項 1 0 乃至 1 4 の何れかに記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 6】上記復調手段は、上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関する干渉レプリカ推定信号を上記第 3 手段から受けて逆拡散を施すと共にアンテナ重み付けを行った後に信号を合成し、伝送路推定信号を作成して復調する第 4 手段と、該第 4 手段の出力を受けて送信シンボルを判定して出力する第 5 手段とを有する請求項 1 0 乃至 1 5 の何れかに記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 7】上記復調手段は、マルチパス信号伝搬路に対応してパス単位に上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に対して復調を行う請求項 1 6 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 8】上記第 1 の干渉信号除去手段に接続し、該第 1 の干渉信号除去手段から出力する上記複数のアンテナに対応したユーザ毎の干渉除去後の信号の夫々に関して干渉レプリカの誤差信号を更に推定した信号を出力すると共に、複数のユーザ夫々に関し自己信号の推定信号を出力する第 2 の干渉推定手段を複数のユーザ毎に有し、

上記複数のアンテナで受信した信号と上記複数の第 2 の干渉推定手段の出力とから、夫々のユーザに関して自己以外のユーザの干渉信号を除去した信号を上記複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 2 の干渉信号除去手段と、

を更に具備、上記第 2 の干渉手段及び上記第 2 の干渉信号除去手段とを上記復調手段の前段に設けたことを特徴とする請求項 1 0 に記載の CDMA マルチユーザ受信装置。

【請求項 1 9】上記第 2 の干渉推定手段は、上記干渉信号除去手段から出力する上記複数のアンテナに対応したユーザ毎の干渉除去後の信号の夫々に逆拡散を施すと共にアンテナ重み付けを行った後に信号を合成し、上記第 2 の信号を加算した後に伝送路推定信号を作成して復調する第 1 手段と、

該第 1 手段の出力を受けて送信シンボルを判定する第 2 手段と、

該第 2 手段の出力と上記伝送路推定信号に基づいて干渉レプリカの推定を行って上記推定信号を出力すると共に、

該推定誤差信号から上記伝送路推定信号を減じてア

ンテナ数に対応する信号に分歧し、該分歧した信号に拡散を施すと共に上記アンテナ重みの複素共役重み付けを行って上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関する干渉レプリカを推定した上記第1の信号を出力する第3手段とを有する請求項18に記載のCDMAマルチユーザ受信装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アレイアンテナの指向性制御と干渉除去処理とを組み合わせたCDMA (Code Division Multiple Access: 符号分割多重多元接続) マルチユーザ受信装置に関する。本発明に係るCDMAマルチユーザ受信装置は、装置の規模が小さく且つ干渉除去に優れた特性を有する。尚、本明細書で開示する受信装置は例えばセルラー移動通信システムの各セルの基地局に設置される受信装置に応用される。

##### 【0002】

【従来の技術】CDMAは加入者容量を大きくできる可能性があり、セルラー移動通信システムへの適用が期待されている。しかしながら、受信側においてはマルチパス通信路による遅延信号や同時にアクセスしている他のユーザの信号による干渉を受けるという問題がある。

【0003】周知のように、アレイアンテナは指向性制御により到来方向に応じた干渉の抑圧と除去が行なえるという特徴を有する。

【0004】一方、マルチユーザ受信装置は全ユーザの拡散符号及び伝送路特性などを用いて相互に干渉除去を行って全ユーザの復調信号を得る装置であり、マルチユーザ受信装置自体は公知である。マルチユーザ受信装置の従来例としては、M.K.Varanasi and B.Aazhang による "Multistage Detection in Asynchronous Code-Division Multiple-Access Communications" (IEEE Transactions on Communications, Vol. 38, No. 4, April 1990, pp. 509-519) (従来文献1)に記載された装置や、この装置を応用した、佐和橋、三木、安藤、樋口による "DS-CDMAにおけるパイロットシンボルを用いる逐次チャネル推定型シリアルキャンセラ" (電子情報通信学会、無線通信システム研究会技術報告、RCS95-50、1995年7月) (従来文献2)に開示された装置がある。

【0005】上記の従来文献1に記載された装置では、装置の初段で、全ユーザの信号を一旦復調し、各ユーザの干渉レプリカを作成し、受信された信号から希望ユーザ以外の他のユーザの干渉レプリカを減じて干渉除去を行なう。次段では、干渉除去を行なって得られた信号に対し、再度、希望ユーザの復調を行なうことにより、第2段目の復調結果は第1段の復調結果よりも信号品質が向上する。このように、多段構成を用いて一連の処理を複数回繰り返すことにより干渉除去特性を改善しようとするものである。

【0006】各ユーザの信号を復調し、干渉レプリカを作成するには伝送路推定が必要となるが、上記の従来文献2による装置では、各段において伝送路を再度推定することにより、伝送路の推定誤差による干渉除去特性の劣化を改善している。

【0007】マルチユーザ受信装置の他の従来例として、吉田、後川による "シンボルレプリカ処理を活用した逐次伝送路推定型CDMAマルチステージ干渉キャンセラ" (電子情報通信学会、無線通信システム研究会技術報告、RCS95-171、1997年2月) (従来文献3)がある。

【0008】上記の従来文献3に記載された装置は、多段構成のCDMAマルチユーザ受信装置である。この従来文献の方式によれば、シンボルレプリカ処理を用いることで装置規模を削減できると共に、伝送路推定を逐次行なう場合においてマルチパス単位の干渉除去を実現でき、マルチパス伝搬の際の干渉除去特性を向上することができる。

【0009】上記の従来文献3に記載に記載された従来技術に基づくCDMAマルチユーザ受信装置を図12に示す。図示のCDMAマルチユーザ受信装置は、3段の干渉キャンセラ10-1～10-3を有し、最初の2段の干渉キャンセラ10-1及び10-2では、全ユーザ (全ユーザ数を3と仮定する) を一群の並列構成により復調および干渉除去処理を行なう。即ち、マルチユーザ干渉除去を行っている。

【0010】図12に示すように、初段の干渉キャンセラ10-1は、遅延器12、各ユーザに対応した3個の干渉推定部 (IEU: Interference Estimation Unit) 14a～14c、加算器16、及び加算器18a～18cが設けられている。第2段目の干渉キャンセラ10-2の構成は初段の干渉キャンセラ10-1と同様であり、遅延器12'、各ユーザに対応した3個の干渉推定部 (IEU) 14a'～14c'、加算器16'、及び加算器18a'～18c'が設けられている。

【0011】一方、最終段の干渉キャンセラ10-3は、初段及び第2段に設けられた干渉推定部 (IEU) とは異なる干渉推定部 (IEU) 20a～20cが各ユーザ毎に設けられている。

【0012】初段の干渉キャンセラ10-1には受信信号がそのまま入力し、最終段の干渉キャンセラ10-3では、遅延器及び加算器は存在せず、IEU20a～20cからは第1～第3ユーザに対応した復調結果が出力される。

【0013】第1段及び第2段の干渉キャンセラ10-1及び10-2の動作は夫々同様なので、第1段の動作について説明を行う。3個のIEU14a～14cは夫々推定した干渉拡散信号を加算器16に出力する。遅延器12は、遅延器12に入力した信号を、IEU14a～14c夫々が入力信号の干渉を推定して出力するまで

の時間だけ遅延させ、加算器 16 と第 2 段の遅延器 12' に出力する。加算器 16 は遅延器 12 の出力から I EU 14 a ~ 14 c の出力を減じて各ユーザに対応した加算器 18 a ~ 18 c に出力する。これらの加算器 18 a ~ 18 c は、夫々、加算器 16 の出力に、対応するユーザの I EU 14 a ~ 14 c の出力を加算して第 2 段に出力する。

【0014】第 1 段の I EU 14 a ~ 14 c 及び第 2 段の I EU 14 a' ~ 14 c' は、夫々、同一の構成でありその動作自体も同一である。したがって、図 13 を参照して第 1 段目の I EU 14-1 a を例にとって動作を説明する。

【0015】図 13 に示す I EU 14 a は、受信装置への到来信号のパス（電波伝搬路）を 3 と仮定して構成されている。図面では、第 1 ~ 第 3 パス用の回路を夫々 P 1 ~ P 3 で示している。各パス用の回路は同一なので、第 1 パス用の回路 P 1 を中心にして説明する。図示の I EU は、大きく分けて、逆拡散手段 22 と検波器 24 とから成る前段 S 1 と、加算器 25 と判定器 26 とから成る中段 S 2 と、乗算器 27 と拡散手段 28 と加算器 29 とから成る後段 S 3 とから構成されている。上記の検波器 24 は伝送路推定手段 24 a、複素共役手段 24 b、及び乗算器 24 c を備えている。

【0016】受信信号（入力信号）は分岐して 3 個のパス用の回路 P 1 ~ P 3 に加えられる。逆拡散手段 22 は、第 1 パスに同期したタイミングで、第 1 ユーザ（図 13 の I EU 14 a は第 1 ユーザ用である）の拡散符号を用いて入力信号を逆拡散して出力する。

【0017】検波器 24 は、逆拡散手段 22 の出力に対し、伝送路推定手段 24 a で伝送路特性を推定し、推定した伝送路特性を複素共役手段 24 b を介して乗算器 24 c におくり、キャリア位相同期検波を行なう。更に、乗算器 24 c は複素共役手段 24 b の出力を用いて逆拡散手段 22 の出力に対してレイク合成（最大比合成）のための振幅重み付けを行なう。

【0018】検波器 24 として、上記の従来文献 2 に記載されている「時間軸上に挿入したパイロットシンボルを用いてキャリアを推定する同期検波方式」を用いれば、フェージング環境では有効である。

【0019】加算器 25 は、3 個のパス用の回路 P 1 ~ P 3 夫々の乗算器 24 c の出力である重み付けされた検波出力をレイク合成し、判定器 26 に加える。この判定器 26 は加算器 25 の出力から最も確からしい送信シンボルを判定して出力する。

【0020】判定器 26 の出力は、再度分岐して後段 S 3 を構成する 3 個のパス用の回路 P 1 ~ P 3 に加えられる。乗算器 27 は、判定器 26 の出力に、検波器 24 の伝送路推定手段 24 a の出力である「推定された伝送路特性」を乗算する。拡散手段 28 は、乗算器 27 の第 1 のパスに同期したタイミングで、第 1 ユーザの拡散符号

を用いて乗算器 27 の出力を拡散する。

【0021】加算器 29 は、各パス用の回路 P 1 ~ P 3 の拡散手段 28 の出力である各パスのレプリカを合成して第 1 ユーザの干渉レプリカを得る。

【0022】図 12 の干渉キャンセラ 10-3 を構成する I EU 20 a ~ 20 c は夫々同一の構成である。したがって、第 1 ユーザに対応する I EU 20 a を例にとって説明する。

【0023】図 14 は I EU 30 a のブロック図である。図 14 に示すように、I EU 20 a は図 13 に示した前段 S 1 及び中段 S 2 と同一構成なので、図 13 のブロックに対応する図 14 のブロックに図 13 で使用した参照番号（記号）を付けて説明を省略する。

【0024】一方、アレイアンテナを CDMA シングルユーザ受信装置に應用して干渉除去を行なうことは、例えば、R. Kohno, H. Imai, M. Hatori and S. Pasupathy による "Combination of an Adaptive Array Antenna and a Canceller of Interference for Direct-Sequence Spread-Spectrum Multiple-Access System" (IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, Vol. 8, No. 4, May 1990, pp. 675-682) (従来文献 4) に開示されている。

【0025】この従来文献 4 に記載された装置によれば、希望信号の到来方向にアレイアンテナの指向性に向けて希望信号を取り出した後、指向性内に存在する干渉信号成分を一旦逆拡散し、復調して仮シンボルを求めた後、再度拡散処理を行って干渉信号成分を作成する。即ち、アレイアンテナを介して得られた受信信号から干渉信号成分を減じて干渉除去を行なった後、希望ユーザの信号を復調している。したがって、この装置は全ユーザの拡散符号及び伝送路特性を用いてはいるが、1 ユーザのみの干渉除去を行なうシングルユーザ受信装置である。

【0026】アレイアンテナと干渉除去を組み合わせた上記の従来例に基づいた受信装置の一例を図 15 に示す。図 15 に示す受信装置は、説明及び図示を簡単にするため、アレイアンテナを構成する受信アンテナの数を 2 とすると共に全ユーザ数を 3 と仮定した場合の第 3 番目のユーザに関するシングルユーザ CDMA 受信装置である。

【0027】2 個のアンテナ 30 a 及び 30 b には希望信号及び干渉信号が符号多重されて入力される。アンテナ 30 a 及び 30 b で受けた信号は、夫々、アンテナ数と同数の複素乗算器 32 a 及び 32 b においてアンテナ重み係数 W 1 及び W 2 により重み付けられた後に加算器 34 で加算される。加算器 34 の出力は着目している

（受信しようとしている）第 3 ユーザ以外のユーザ（即ち第 1 及び第 2 ユーザ）に対応した逆拡散手段 36 a 及び 36 b と遅延器 38 とに入力される。逆拡散手段 36 a 及び 36 b の出力は夫々判定器 40 a 及び 40 b に入



力されて仮シンボル判定がされる。更に、判定器 4 0 a 及び 4 0 b の出力である仮シンボルを表す信号は夫々拡散手段 4 2 a 及び 4 2 b に入力され、判定結果に基づく干渉信号成分が出力される。

【0 0 2 8】遅延器 3 8 は、加算器 3 4 の出力の内、後続の加算器 4 4 に入力する信号 3 4 a を遅延させるためのものである。即ち、加算器 3 4 の出力のうち、逆拡散処理手段 3 6 a 及び 3 6 b に入力される信号 3 4 b が拡散処理手段 4 2 a 及び 4 2 b から出力するまでの時間だけ、上記の加算器 3 4 の出力 3 4 a を遅延させるために 10 設けられている。

【0 0 2 9】加算器 4 4 は、遅延器 3 8 の出力から拡散手段 4 2 a 及び 4 2 b の出力（即ち干渉信号成分）を減じ、逆拡散手段 4 6 と遅延器 4 8 に出力する。

【0 0 3 0】逆拡散手段 4 6 の出力は判定器 5 0 に入力され、この判定器 5 0 により第 3 ユーザからの信号が復調されて外部回路（図示せず）に出力する。即ち、逆拡散手段 4 6 及び判定器 5 0 は第 3 ユーザ用である。一方、判定器 5 0 の出力は第 3 ユーザ用の拡散手段 5 2 にも入力され、この拡散手段 5 2 によって第 3 ユーザの拡散信号が求められる。 20

【0 0 3 1】遅延器 4 8 は、加算器 4 4 の出力の内、逆拡散手段 4 6 へ出力する信号 4 4 a が、判定器 5 0 においてシンボル判定された後に拡散手段 5 2 によって第 3 ユーザの信号の拡散信号が得られるまで、加算器 4 4 の出力 4 4 b を遅延させ加算器 5 4 に出力する。

【0 0 3 2】加算器 5 4 は、遅延器 4 8 の出力から拡散手段 5 2 の出力を減じて誤差信号 5 6 を出力する。加算器 5 4 の出力である誤差信号 5 6 は、アンテナ重み係数決定部（適応更新手段）5 8 に入力される。アンテナ重み係数決定部 5 8 はアンテナ 3 0 a 及び 3 0 b で受信された信号と誤差信号 5 6 を用いてアレイアンテナの指向性を周知の適応アルゴリズムにより制御する。 30

【0 0 3 3】図 1 5 の受信装置は、上述したように、第 3 ユーザの復調信号を得る装置である。つまり、他の第 1 及び第 2 ユーザの復調信号を求めるには夫々同様の構成の受信装置を設ける必要がある。

【0 0 3 4】

【発明が解決しようとする課題】アレイアンテナとマルチユーザ受信装置との組み合わせはこれまで提案されていない。例えば、図 1 2 ～図 1 4 に示したマルチユーザ受信装置に単純にアレイアンテナを適用すると特に干渉推定部が複雑となり装置全体の簡略化を阻害するという問題がある。 40

【0 0 3 5】更に、図 1 5 に示した従来のアレイアンテナと干渉除去を組み合わせたシングルユーザ受信装置では、複数のユーザの受信を行なう場合には、各ユーザごとに同じ装置を並列に用意する必要がある。したがって、互いに干渉レプリカを利用することができないために装置の規模が大きくなるという問題がある。 50

【0 0 3 6】従って、本発明の目的は、マルチユーザアレイアンテナとマルチユーザ受信装置との組み合わせにより、受信装置の規模を大きくすることなく複数のユーザの復調信号を得ることができる CDMA マルチユーザ受信装置を提供することである。

【0 0 3 7】更に、本発明の目的は、アレイアンテナと干渉除去とを効果的に組み合わせることにより装置規模の大幅な削減と優れた干渉除去特性を実現できる CDMA マルチユーザ受信装置を提供することである。

【0 0 3 8】

【課題を解決するための手段】従来の問題を解決するため、本発明に係る CDMA マルチユーザ受信装置は、複数のアンテナからなるアレイアンテナと、複数のユーザの夫々に関して上記複数のアンテナで受信した信号毎に干渉信号の推定を行い干渉信号を除去して複数のユーザの信号を復調する信号処理部とを組み合わせている。

【0 0 3 9】更に、本発明に係る CDMA マルチユーザ受信装置は、複数のアンテナからなるアレイアンテナと、複数のユーザ毎に設けられ、上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関して干渉レプリカを推定した信号を出力する第 1 の干渉推定手段と、上記複数のアンテナで受信した信号と上記複数のユーザ毎に設けた第 1 の干渉推定手段の出力とから、夫々のユーザに関して自己以外のユーザの干渉信号を除去した信号を上記複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 1 の干渉信号除去手段と、該第 1 の干渉信号除去手段の出力を受けて複数のユーザの信号を復調する復調手段とを有する。

【0 0 4 0】更に又、本発明に係る CDMA マルチユーザ受信装置は、複数のアンテナからなるアレイアンテナと、上記複数のアンテナで受信した信号の夫々に関して干渉レプリカを推定した複数の第 1 の信号を出力すると共に、複数のユーザ夫々に関し自己信号の推定信号である第 2 の信号を出力する第 1 の干渉推定手段を複数のユーザ毎に有し、上記複数のアンテナで受信した信号と上記第 1 の信号とから、夫々のユーザに関して全ユーザの干渉信号を除去した信号を上記複数のアンテナに対応させてユーザ毎に出力する第 1 の干渉信号除去手段と、該第 1 の干渉信号除去手段の出力と上記第 2 の信号を受けて複数のユーザの信号を復調する復調手段とを有する。

【0 0 4 1】

【発明の実施の形態】次に、本発明の第 1 の実施の形態を図 1 ～図 4 を参照して説明する。ここで、受信用のアレイアンテナを構成するアンテナの数を 2、マルチパスの数を 3、受信装置の干渉キャンセラの段数を 3 とし、ユーザ数を 3 とする CDMA マルチユーザ受信装置について説明する。尚、アレイアンテナを構成するアンテナ数、マルチパス、干渉キャンセラ、ユーザ夫々の上記の数は例示であり、本発明はこれらの数に限定されないことは勿論である。

【0 0 4 2】図 1 に示すように、第 1 の実施の形態に係

る受信装置は、第1～第3の干渉キャンセラ60-1～60-3を有する。第1及び第2段の干渉キャンセラは、遅延器の出力の行き先が異なるが、構成自体としては同一である。アレイアンテナは2個のアンテナ62a及び62bからなる。

【0043】第1段の干渉キャンセラ60-1は、第1～第3ユーザに対応した3個のIEU（干渉推定部）64a～64cと、アンテナ数に等しい2個の遅延器66a及び66bと、同様にアンテナ数に等しい2個の加算器68a及び68bと、6個（＝“ユーザ数”×“アンテナ数”）の加算器70a-1及び70a-2、70b-1及び70b-2、70c-1及び70c-2を有する。尚、遅延器66a及び66b、加算器68a及び68b、及び加算器70a-1～70c-2は、干渉信号除去手段を構成する。

【0044】上述したように、第2段の干渉キャンセラ60-2は第1段と同一の構成なので、第1段に対応する第2段のブロック等には第1段で使用した参照番号（記号）にダッシュを付してある。即ち、第2段の干渉キャンセラ60-2は、第1～第3ユーザに対応した3個のIEU（干渉推定部）64a'～64c'と、アンテナの数に等しい2個の遅延器66a'及び66b'と、同様にアンテナの数に等しい2個の加算器68a'及び68b'と、6個（＝“ユーザ数”×“アンテナ数”）の加算器70a'-1及び70a'-2、70b'-1及び70b'-2、70c'-1及び70c'-2を有する。

【0045】第1段のIEUは夫々同一構成なので、第1ユーザに対応するIEU64aを中心として説明する。

【0046】IEU64aは、干渉推定信号（送信シンボルの干渉レプリカ推定信号）の拡散処理結果を、各アンテナに対応させて、加算器68a及び68bと、加算器70a-1及び70a-2に出力する。遅延器66a及び66bの夫々は、夫々に入力した信号を、IEU64aに入力した信号が拡散処理されて加算器68a及び68bに出力されるまでの時間だけ遅延させる。遅延器66aの出力は、加算器68aと、第2段の対応する遅延器66a'に出力される。同様に、遅延器66bの出力は、加算器68bと、第2段の対応する遅延器66b'に出力される。

【0047】尚、第1段において、各ユーザについて他のユーザ（即ち、第1ユーザに付いては第2及び第3ユーザ、第2ユーザに付いては第1及び第3ユーザ、第3ユーザに付いては第1及び第2ユーザ）に関する干渉を完全に（或いは十分に）除去できれば、第2段は不要である。しかし、実際には第1段のみでは干渉を完全に（或いは十分に）除去できないので、1段或いは2段以上を最終段の前に設けるのが普通である。

【0048】図1に示すアンテナ重み決定部77a及び

77bは後述する。

【0049】図1に示すように、加算器68aは、遅延器66aの出力（即ちアンテナ62aで受信した信号）から、夫々のユーザに割り当てられたIEU64a～64cの出力のうち「アンテナ62aに対応する干渉拡散信号」を減じて加算器70a-1に出力する。この加算器70a-1は加算器68aの出力に、IEU64aの出力のうち、アンテナ62aに対応する拡散信号を加えて次段のIEU64a'に出力する。同様に、加算器68bは、遅延器66bの出力（即ちアンテナ62bで受信した信号）から、夫々のユーザに割り当てられたIEU64a～64cの出力のうち「アンテナ62bに対応する干渉拡散信号」を減じて加算器70a-2に出力する。この加算器70a-2は加算器68bの出力に、IEU64aの出力のうちのアンテナ62bに対応する拡散信号を加えて次段のIEU64a'に出力する。

【0050】即ち、第2段のIEU64a'には、第1ユーザ以外の全ユーザの干渉を除去した信号が供給される。

【0051】図1に示す第1段目の干渉キャンセラ60-1においては、アンテナ受信信号がIEU64a～64c、遅延器66a及び66b、アンテナ数に等しいアンテナ重み決定部77a～77cに直接入力される。第3段目の第1～第3ユーザ用のIEU74a～74cの夫々は推定された干渉レプリカの拡散処理結果を出力するのではなく、推定された干渉レプリカを復調して復調信号として出力する。

【0052】図1及び図2を参照して干渉キャンセラ60-1のIEU64aを詳しく説明する。図2に示すIEU64aは、受信装置への到来信号のマルチパス（複数の電波伝送路）を3と仮定して構成され、図面では3個のマルチパス伝送路用の回路を夫々P1～P3で示している。各パス用の回路は同一なので、第1パス用の回路P1を中心にして説明する。図示のIEU64aは、大きく分けて、前段S1、中段S2、後段S3から構成されている。

【0053】図2に示すように、IEU64aの前段S1は、アンテナの数（2）に対応する2個の逆拡散手段80a及び80b、乗算器82a及び82b、加算器84、及び検波器86を有する。この前段S1は、3個のマルチパス伝送路用の回路P1～P3に共通な加算器88及び判定器90（中段S2）を介して後段S3に接続する。

【0054】後段S3の第1パス用の回路P1は、乗算器92、アンテナ数に等しい乗算器94a及び94b、拡散手段96a及び96b、加算器98a及び98b、乗算器100a及び100bから成る。加算器98a及び98bは夫々後段S3の3個のパス用の回路P1～P3を構成する拡散手段（96a及び96b等）の出力を加算する。更に、加算器98a及び98bの出力は、夫



々、乗算器100a及び100bにおいて1以下の重み係数 $\alpha$ が乗じられてIEU64aの出力信号として次段へ供給される。

【0055】図2の前段S1の検波器86は、伝送路推定手段86a、複素共役手段86b、及び乗算器86cから構成されている。逆拡散手段80a及び80bは、第1パスに同期したタイミングで第1ユーザの拡散符号を用いて入力信号を逆拡散し、夫々、乗算器82a及び82bに出力する。乗算器82a及び82bは逆拡散された入力信号にアンテナ重み係数W1及びW2を乗じて加算器84に出力する。加算器84の出力は検波器25に送られる。

【0056】アンテナ重み係数W1及びW2は、夫々、図1のアンテナ重み決定部77a及び77bから供給される。

【0057】検波器86は従来例と同様に、加算器84の出力に対して伝送路推定手段86aにおいてキャリア位相同期検波を行ない、出力信号を複素共役手段86bを介して乗算器86cに送る。乗算器86cはこの複素共役手段86bの出力と加算器84の出力とを、後続の加算器88においてレイク合成（最大比合成）するための振幅重み付けを行なう。

【0058】中段S2の加算器88は、3個のパス夫々に設けられた乗算器86cの出力（即ち、重み付けされた検波出力）をレイク合成して判定器90に出力する。判定器90は加算器88の出力から最も確からしい送信シンボルを判定する。

【0059】後段S3では、乗算器92は、判定器90の出力に対して、検波器86の伝送路推定手段86aの出力である伝送路特性をパス単位に乗算するして干渉レプリカを推定する。乗算器92の出力（即ち干渉レプリカ推定信号）はアンテナ数に等しい数に分岐されて夫々乗算器94a及び94bに入力される。乗算器94a及び94bは、入力信号に対して夫々アンテナ重み係数W1及びW2の複素共役を取った係数（夫々複素共役手段77a及び77bから出力）を乗じ、拡散手段96a及び96bに供給する。拡散手段96a及び96bは第1パスに同期したタイミングで現在説明している第1ユーザの拡散符号を用いてアンテナ毎に推定された干渉レプリカの拡散結果を出力する。

【0060】更に、後段S3の加算器98a及び98bは、夫々、3個のパス用の回路P1～P3に設けられた拡散手段96a及び96bからの3個の拡散信号を加え、第1ユーザに関するアンテナ62a及び62b毎の干渉レプリカ推定信号の拡散信号を出力する。加算器98a及び98bの出力は、夫々、乗算器100a及び100bにおいて1以下の重み係数 $\alpha$ を乗じられて次段へ供給される。この重み係数 $\alpha$ は、並列構成において、伝送路推定誤差などによる不要な干渉強調を抑えて干渉除去特性を向上させる効果がある。このことは、上記の従

来文献4に詳しく述べられている。

【0061】IEUに加ええられる各ユーザ毎のアンテナ重み係数に、到来角度に応じて決定するアンテナ素子間の位相差を表すステアリングベクトルの複素共役のベクトルを利用すると、アンテナ重み合成により得られる信号（アンテナ重み係数）は同相合成となる。その場合、各ユーザ毎のアンテナ重み係数合成後の信号とステアリングベクトルを用いて、アンテナ毎の干渉を正確に再生できる。そして、ユーザ毎にアンテナ重み付け合成をする前に干渉除去をアンテナ毎に行なうことで、アンテナ指向性制御と多数の干渉除去装置とを効果的に組み合わせることが可能になる。

【0062】アンテナ重み係数は、公知の技術を用いて求めることができる。例えば、下記に示すMUSIC或いはESPRITと称するスペクトル推定手段を用いて各パス毎の到来方向を推定し、その到来方向の信号に対して同相受信となるようにステアリングベクトルを用いてアンテナ重み係数を求めれば良い。

【0063】即ち、アンテナ重み係数は、R.O.Schmidtによる“Multiple Emitter Location and Signal Parameter Estimation”、IEEE Trans., Vol. AP-34, No. 3, P. 276-286 (March 1986)に開示された所謂MUSIC (Multiple Signal Classification) と称するスペクトル推定手法を用いて求めることができる。或いは、R.Roy and T.Kailathによる“ESPRIT-Estimation of signal Parameters via Rotational Invariance Techniques”、IEEE Trans., Vol. ASSP-37, pp. 984-995 (July 1989)に開示されたESPRITと称するスペクトル推定手法を使用してもよい。

【0064】図1に示したアンテナ重み係数決定部（例えば77a）からは、干渉キャンセラ60-1～60-3夫々のIEU用に9種類の独立したアンテナ重み係数を出力している。しかし、アンテナ重み係数を逐次更新して求める場合には、初段の干渉キャンセラ60-1のみを「復調結果と既知シンボルとの誤差」を利用して求め、2段目以降の干渉キャンセラには初段用のアンテナ重み付け係数と同じものを利用して良い。

【0065】図12で示した従来の干渉除去装置では1ユーザの干渉除去を行なうためにビーム内の複数ユーザの復調を行なう必要がある。このため、全ユーザの干渉除去を行なうためには同装置を全ユーザの数だけ必要とする。しかし、本発明では全ユーザ数の復調器を備えるだけで全ユーザの干渉除去と復調を行なうことができるので装置規模を少なくすることができるという顕著な効果を有する。

【0066】本発明では受信アレイアンテナの配置間隔に制限はない。例えば、アンテナの配置間隔として搬送波の2分の1波長が挙げられる。更に、本発明では受信アレイアンテナの数に制限はない。更に又、本発明では同時に受信するユーザの数、各ユーザのマルチパスの数

にも何ら制限はない。

【0067】図3は、図1の第2段目の干渉キャンセラ60-2の一部をなすIEU64a'の構成を示すブロック図である。このIEU64a'の構成は、図2に示したIEU64aの構成と同一であるが、IEU64a'の前後の他の回路との接続だけが異なるので、説明を省略する。

【0068】図4はIEU74aのブロック図である。図4に示すように、IEU74aは図2（或いは図3）に示した前段S1及び中段S2と同一構成なので、図2のブロックに対応する図4のブロックを、図2で使用した参照番号（記号）を付けて説明を省略する。尚、他のIEU74b及びIEU74cの構成は図4のIEU74aの構成と同様である。このようにして、IEU74a~74cの夫々から第1~第3ユーザの推定された干渉レプリカに基づいて第1~第3ユーザの信号が求まる。

【0069】本発明に係る第2の実施の形態を図5乃至図8を参照して説明する。

【0070】第2の実施の形態においても、第1の実施の形態と同様に、受信用のアンテナの数を2、マルチパスの数を3、受信装置の干渉キャンセラの段数を3とし、ユーザ数を3とするCDMAマルチユーザ受信装置について説明する。尚、アンテナ、マルチパス、干渉キャンセラ、ユーザ夫々の上記の数は例示であり、本発明はこれらの数に限定されないことは勿論である。

【0071】図5乃至図8は夫々図1乃至図4（第1の実施の形態）に対応する。第2の実施の形態の説明を簡単にするため、第2の実施の形態が第1の実施の形態と異なる点を中心にして説明する。そのため、第2の実施の形態の構成要素の内、第1の実施の形態と同一個所には同一の参照番号を付し、第2の実施の形態の説明に必要となる場合を除いて同一個所の説明を省略する。

【0072】第2の実施の形態が第1の実施の形態と異なる点は、

(1) 第2の実施の形態では、第1段目の干渉キャンセラ60-1の干渉推定部（IEU）の構成が第1の実施の形態の対応する干渉推定部64a~64cの構成と異なる（このため第2の実施の形態の第1段の干渉推定部を63a~63cで示す）。

(2) 第2の実施の形態では、その第2段目の干渉キャンセラ60-2の干渉推定部（IEU）の構成が第1の実施の形態の対応する干渉推定部64a'~64c'の構成と異なる（このため第2の実施の形態の第2段の干渉推定部を63a'~63c'で示す）。

(3) 第2の実施の形態では、その第3段目の干渉キャンセラ60-3の干渉推定部（IEU）の構成が第1の実施の形態の対応する干渉推定部74a~74cの構成と異なる（このため第2の実施の形態の第3段の干渉推定部を73a~73cで示す）。

(4) 第2の実施の形態の第1段目の干渉キャンセラ60-1では、第1の実施の形態で設けた加算器70a-1、70a-2、・・・、70c-1、70c-2が存在しない。

(5) 第2の実施の形態の第2段目の干渉キャンセラ60-2では、第1の実施の形態で設けた加算器70a'-1、70a'-2、・・・、70c'-1、70c'-2は存在しない。

【0073】図5は、第2の実施の形態のCDMAマルチユーザ受信装置の全体図であり第1の実施の形態の図1に対応する。

【0074】図6は、第2の実施の形態の第1段目の干渉キャンセラ60-1において、第1ユーザに割り当てられた干渉推定部（IEU）63aの詳細なブロック図である。尚、他のIEU63b及び63cの構成も図6に示す構成と同様である。

【0075】図6に示すように、IEU63aの前段S1及び中段S2は夫々図2の対応部分と同一である。図6の後段S3では、第1の実施の形態と同様に、乗算器92は、判定器90の出力（第1ユーザの最も確からしい送信シンボル）に対して、検波器86の伝送路推定手段86aの出力である伝送路特性をパス単位に乗算する。乗算器92の出力（干渉レプリカ推定信号）はアンテナ数に等しい数に分岐され、乗算器94a及び94bにおいて夫々アンテナ重み係数W1及びW2の複素共役を取った係数を乗じられ、拡散手段96a及び96bに送られる。拡散手段96a及び96bは第1パスに同期したタイミングで現在説明している第1ユーザの拡散符号を用いて拡散結果を出力する。

【0076】更に、第2の実施の形態では、第1の実施の形態と異なり、乗算器92の出力自体をIEU63aの出力として次段のIEU63a'に供給する。上述の乗算器92の出力は、現在説明している第1ユーザ自体の信号の推定信号である。この乗算器92の出力は拡散前の情報シンボルを表しており、その伝送速度はシンボル速度であり、この信号をレプリカとして伝送するので、レプリカの伝送速度は第1の実施の形態における拡散後の信号速度（チップ速度）よりも充分低く伝送が可能である。

【0077】つまり、第2の実施の形態において、第1段の干渉キャンセラ60-1を構成する各IEUは、乗算器100a及び100bからの出力の他に、乗算器92の出力（対応するユーザ自体の信号の推定信号）を次段に供給する点が第1実施の形態と異なる。

【0078】上述の如く、第2の実施の形態では、第1段の干渉キャンセラ60-1の各IEUは対応するユーザ自体の信号の推定信号を出力するので、第1実施の形態に設けた加算器70a-1、70a-2、・・・、70c-1、70c-2は存在しない。換言すれば、第2の実施の形態では、第1の実施の形態で設けた加算器7

0a-1、70a-2、・・・、70c-1、70c-2で各ユーザの干渉レプリカ推定信号を付加する必要がない。従って、第2の実施の形態は、第1の実施の形態に比べて、信号処理に要する時間が短くなるという特徴がある。

【0079】図7は、第2段目の干渉キャンセラ60-2（図5）において、第1ユーザに割り当てられた干渉推定部（IEU）63a'の詳細なブロック図である。尚、他のIEU63b'及び63c'の構成も図7に示す構成と同様である。

【0080】図7に示すように、干渉推定部（IEU）63a'の初段S1は、前段の対応する干渉推定部（IEU）63aから出力する第1ユーザの信号の推定信号を加算する加算器85が新たに設けられている。この点以外は、干渉推定部63a'の構成は63aと同様である。この新たに設けられた加算器85は、第1ユーザの信号の推定信号を取り込んで（即ち、前段での所謂「取りこぼし」を取り込んで）再度第1ユーザの信号を推定することにより更に精度の高い信号再生（復調）を行おうとするものである。

【0081】図8は、第3段目の干渉キャンセラ60-3（図5）の一部を構成する第1ユーザの信号を復調する復調回路IEU73aを示している。上述の如く、図8は第1の実施の形態の図4に対応する。

【0082】図8はIEU73aのブロック図である。図8に示すように、IEU73aは図6（或いは図7）に示した前段S1及び中段S2と同一構成なので、図6のブロックに対応する図8のブロックを、図6で使った参照番号（記号）を付けて説明を省略する。尚、他のIEU73b及び73cの構成は図8のIEU73aの構成と同様である。このようにして、IEU73a～73cの夫々から第1～第3ユーザの推定された干渉レプリカに基づいて第1～第3ユーザの信号が求まる。

【0083】本発明に係る第3の実施の形態を図9乃至図11を参照して説明する。

【0084】第3の実施の形態においても、第1及び第2の実施の形態と同様に、受信用のアンテナの数を2、マルチパスの数を3、受信装置の干渉キャンセラの段数を3とし、ユーザ数を3とするCDMAマルチユーザ受信装置について説明する。尚、アンテナ、マルチパス、干渉キャンセラ、ユーザ夫々の上記の数は例示であり、本発明はこれらの数に限定されないことは勿論である。

【0085】図9乃至図11は夫々図5乃至図7（第2の実施の形態）に対応する。第3の実施の形態の説明を簡単にするため、第3の実施の形態が第2の実施の形態と異なる点を中心にして説明する。そのため、第3の実施の形態の構成要素（構成回路）の内、第2の実施の形態と同一個所には同一の参照番号を付し、第3の実施の形態の説明に必要となる場合を除いて同一個所の説明を省略する。

【0086】第3の実施の形態が第2の実施の形態と異なる点は、

（1）第3の実施の形態では、その第2段目の干渉キャンセラ60-2の干渉推定部（IEU）の構成が、第2の実施の形態の対応する干渉推定部63a'～63c'の構成と異なる（このため第3の実施の形態の第2段の干渉推定部を65a'～65c'で示す）。

（2）第3の実施の形態の第1段目の干渉キャンセラ60-1では、加算器68a及び68bの出力が夫々次段の遅延器66a'及び66b'に加えられる。

【0087】尚、第3の実施の形態の第1段目の干渉キャンセラ60-1の干渉推定部（IEU）65a～65cの構成は、第2の実施の形態の対応する干渉推定部と同一であるが、便宜上図10にIEU65aの構成を示している。更に、第3の実施の形態では、その第3段目の干渉キャンセラ60-3の干渉推定部（IEU）の構成は、図8に示した構成と同一なので図示を省略している。

【0088】図9は、第3の実施の形態のCDMAマルチユーザ受信装置の全体図であり第2の実施の形態の図5に対応する。

【0089】図10に示す第1段目の干渉キャンセラ60-1の第1ユーザに割り当てられた干渉推定部（IEU）65aは、上述の如く、第2の実施の形態のIEU63a（図6）と同様なので説明を省略する。

【0090】図11は、第2段目の干渉キャンセラ60-2（図9）において、第1ユーザに割り当てられた干渉推定部（IEU）65a'の詳細なブロック図である。尚、他のIEU65b'及び65c'の構成も図11に示す構成と同様である。

【0091】図11に示すように、干渉推定部（IEU）65a'の初段S1及び中段S2は夫々図7の対応する部分と同様である。一方、IEU65a'の第3段S3は、図7の後段S3に加算器93を付加した構成となっている。

【0092】図11に示すIEU65a'の動作について説明する。初段S1及び中段の動作は図7を参照して説明したIEU63a'の動作と同様である。第3段S3では、加算器93において、乗算器92から出力する「送信シンボルの干渉レプリカ推定信号」から、前段の干渉キャンセラ60-1のIEU63aから供給される第1ユーザの推定信号を減じる。即ち、加算器93からは第1ユーザの信号に関する推定誤差信号が出力する。この推定誤差信号は、アンテナ数に等しい数に分歧され、夫々第1段で使用したアンテナ重みの複素共役であるアンテナ重み付け係数を掛けられて拡散される。更に、第2の実施の形態と同様に、加算器98a及び98bは夫々後段S3の3個のパス用の回路P1～P3を構成する拡散手段（96a及び96b等）の出力を加算する。更に、加算器98a及び98bでパス毎の出力を加

算し、乗算器100a及び100bにおいて1以下の重み係数 $\alpha$ が乗じられて次段へ供給される。

【0093】つまり、第3の実施の形態は、第2の実施の形態とは異なり、第2段以降に伝送する誤差信号は遅延器とIEUに入力される。したがって、第2の実施の形態に比べて受信器に設けるべき記憶装置の容量を小さくできるという効果がある。

【0094】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、アレイアンテナと信号の干渉除去を効果的に組み合わせることで装置規模の大幅な削減と優れた干渉除去特性を実現できるCDMA受信装置を実現できる。

【0095】上記の第1乃至第3の実施の形態により、夫々、従来に比較して装置規模の大幅な削減と優れた干渉除去特性を実現できる。特に、後段S3の実施の形態においては各ユーザに対してレプリカはシンボル速度で伝送でき、かつ拡散後の信号は誤差信号のみを伝送すればよいので、規模の大きい記憶装置を不要とするので、干渉レプリカの加算器での演算量を削減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示すブロック図。

【図2】図1に示した干渉推定部(IEU)64aを詳細に示すブロック図。

【図3】図1に示した他の干渉推定部(IEU)64a'を詳細に示すブロック図。

【図4】図1に示した更に他の干渉推定部(IEU)74aを詳細に示すブロック図。

【図5】本発明の第2の実施の形態を示すブロック図。

【図6】図5に示した干渉推定部(IEU)63aを詳細に示すブロック図。

【図7】図5に示した他の干渉推定部(IEU)63a'を詳細に示すブロック図。

【図8】図5に示した更に他の干渉推定部(IEU)74aを詳細に示すブロック図。

3aを詳細に示すブロック図。

【図9】本発明の第3の実施の形態を示すブロック図。

【図10】図9に示した干渉推定部(IEU)65aを詳細に示すブロック図。

【図11】図9に示した他の干渉推定部(IEU)65a'を詳細に示すブロック図。

【図12】第1の従来例を示したブロック図である。

【図13】図12に示した干渉推定部(IEU)14aを詳細に示すブロック図。

【図14】図12に示した他の干渉推定部(IEU)20aを詳細に示すブロック図。

【図15】第2の従来例を示したブロック図である。

【符号の説明】

60-1~60-3:干渉キャンセラ

62a、62b:アレイアンテナを構成する複数のアンテナ

63a~63c、63a'~63c':干渉除去手段(IEU)

64a~64c、64a'~64c':干渉除去手段(IEU)

65a~65c、65a'~65c':干渉除去手段(IEU)

68a、68:加算器

70a-1~70c-2:加算器

72a、72b:アンテナ重み付け係数決定部

73a~73c:干渉除去手段(IEU)

74a~74c:干渉除去手段(IEU)

75a~75c:干渉除去手段(IEU)

77a、77b:複素共役手段

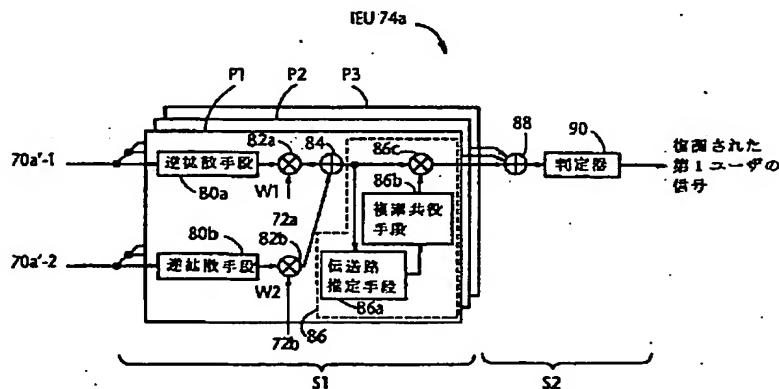
80a、80b:逆拡散手段

82a、82b、92、94a、94b:乗算器

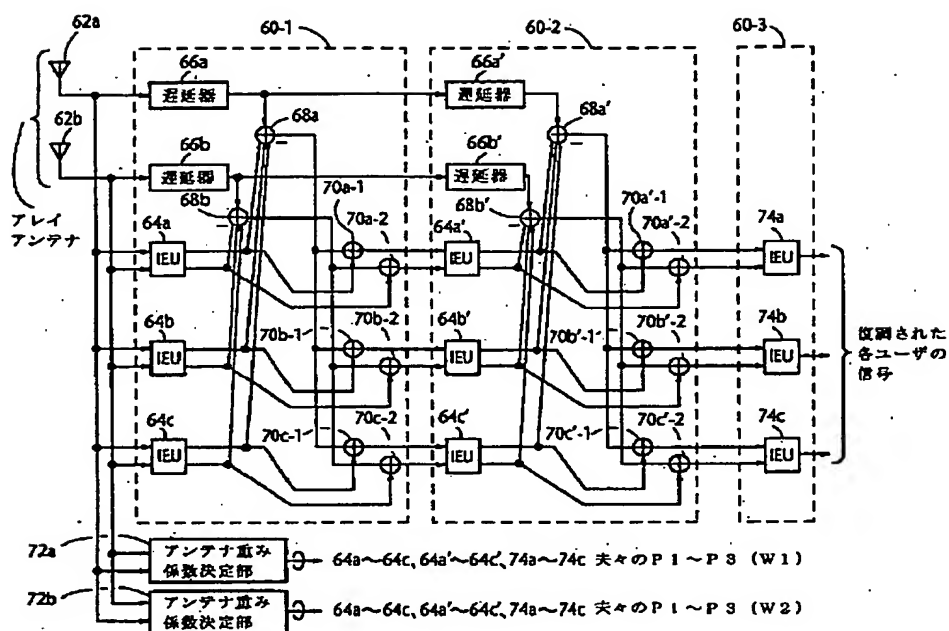
86:検波器

96a、96b:拡散手段

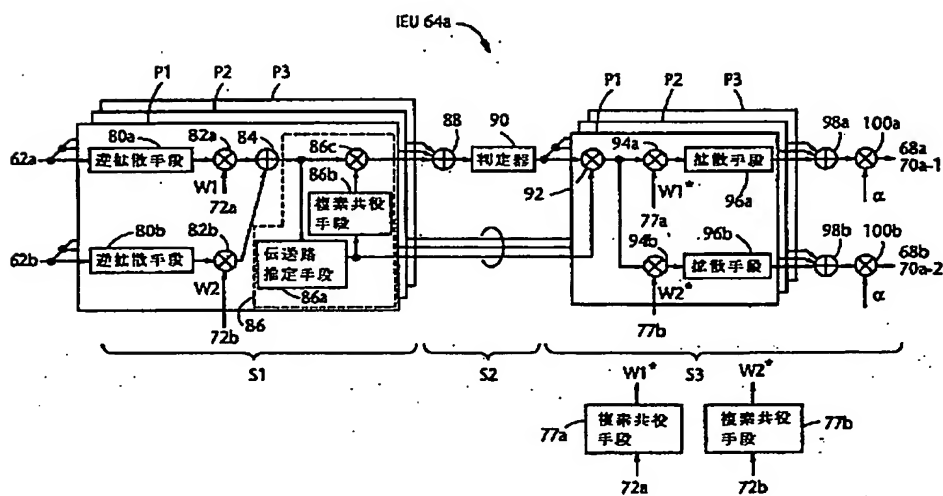
【図4】



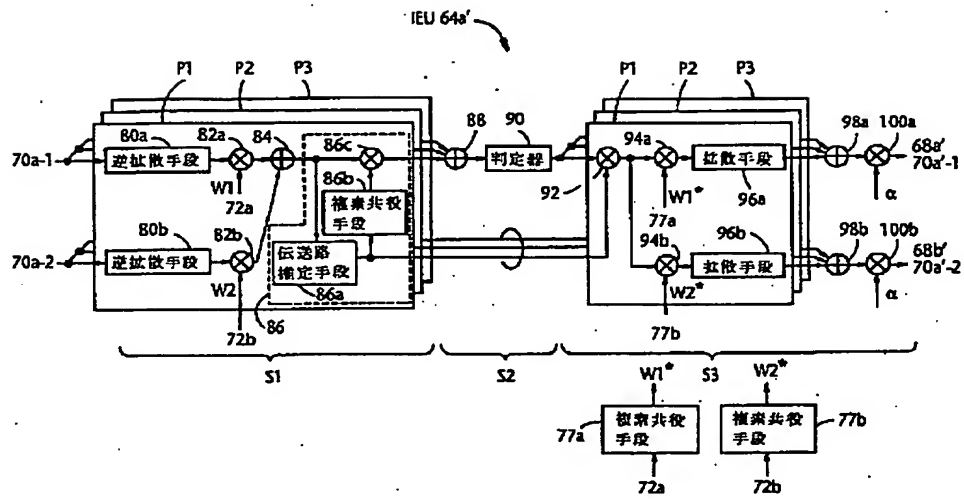
【図 1】



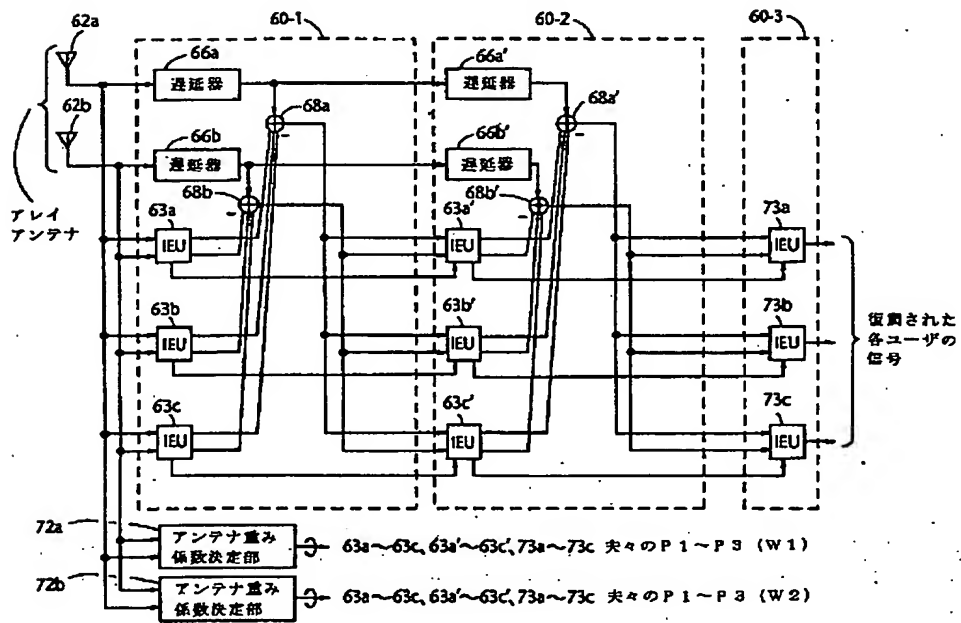
【図 2】



【図 3】

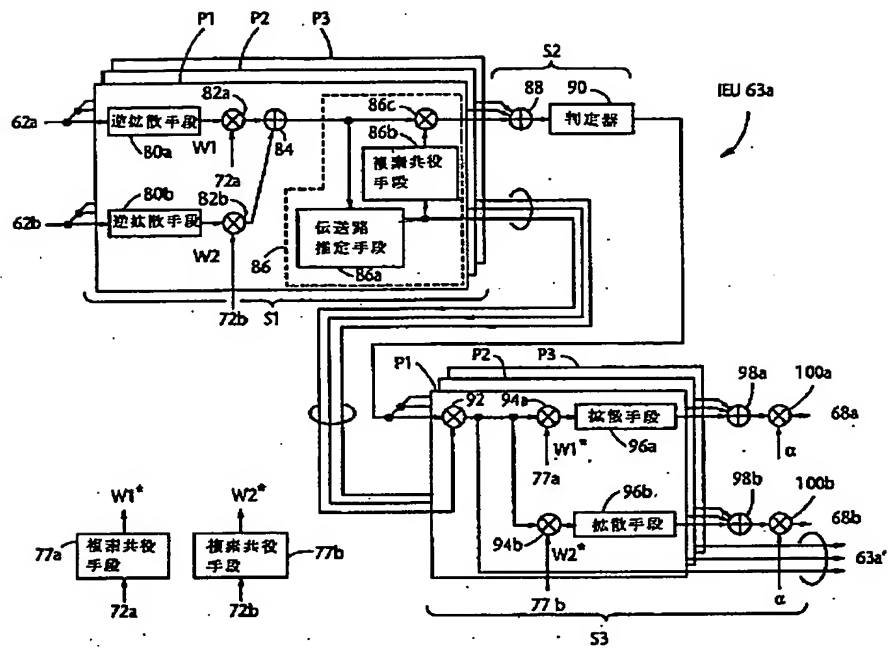


【図 5】

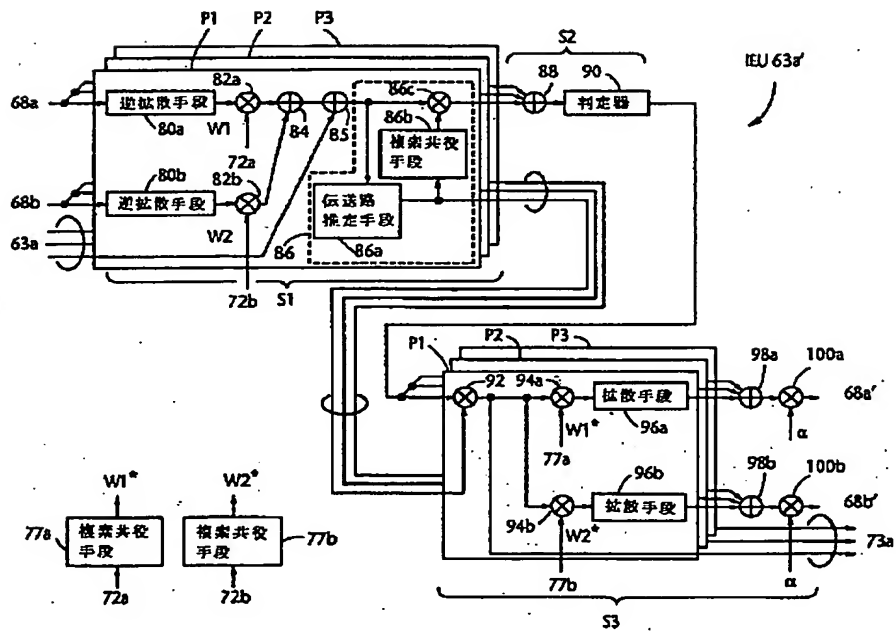




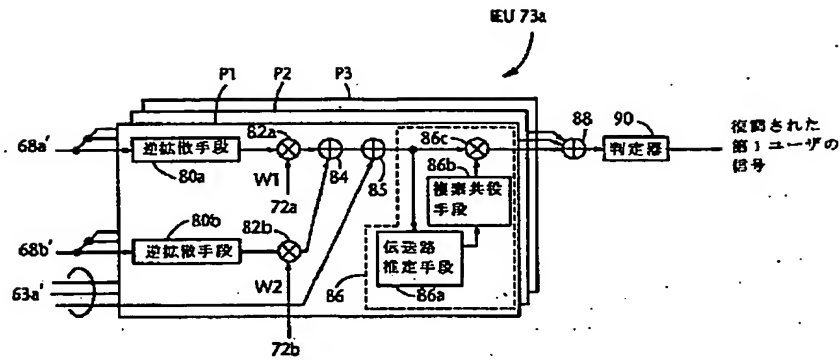
【図 6】



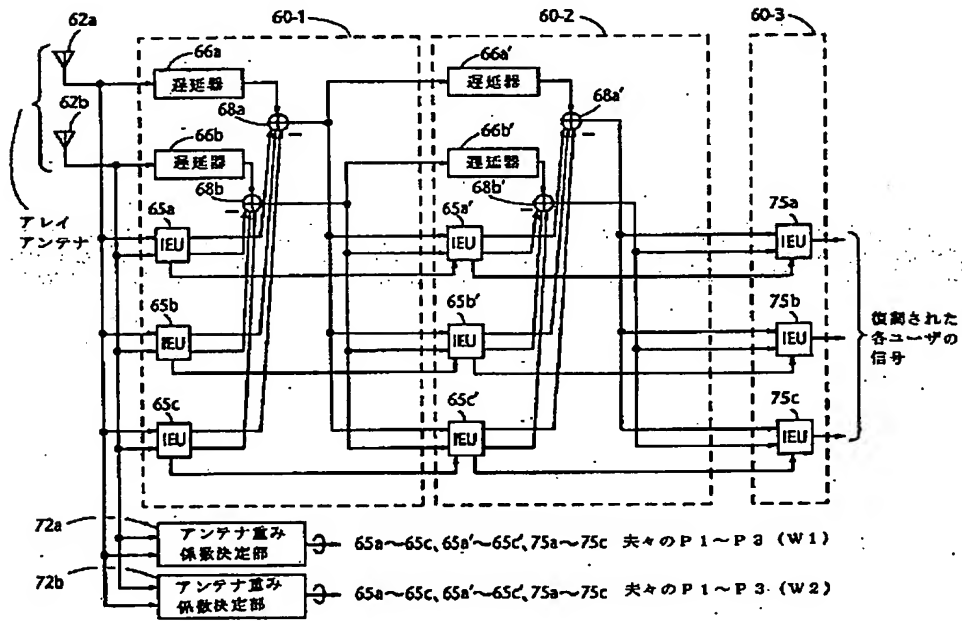
【図 7】



【図 8】

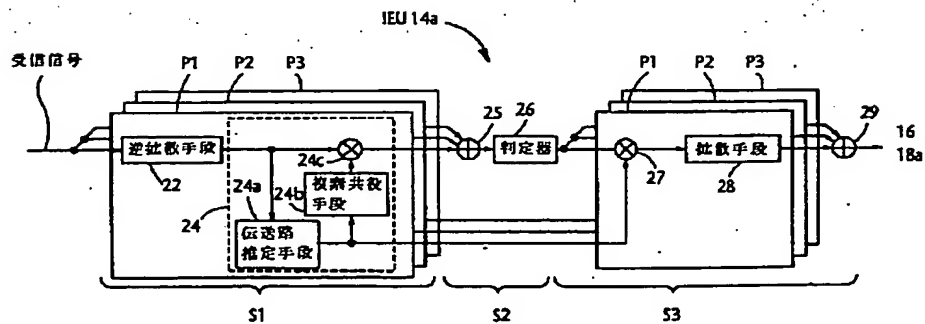


【図 9】

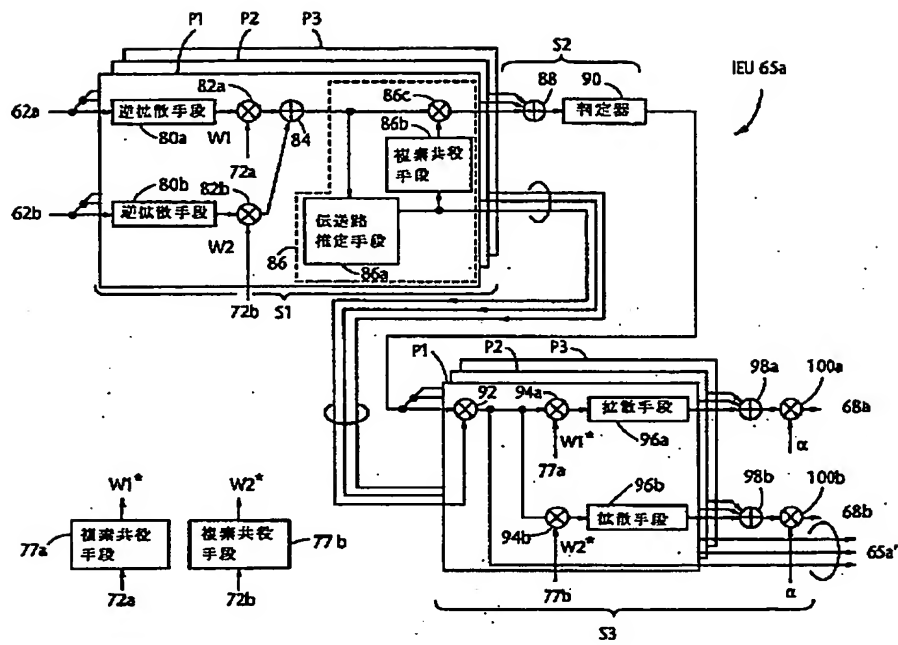


【図 13】

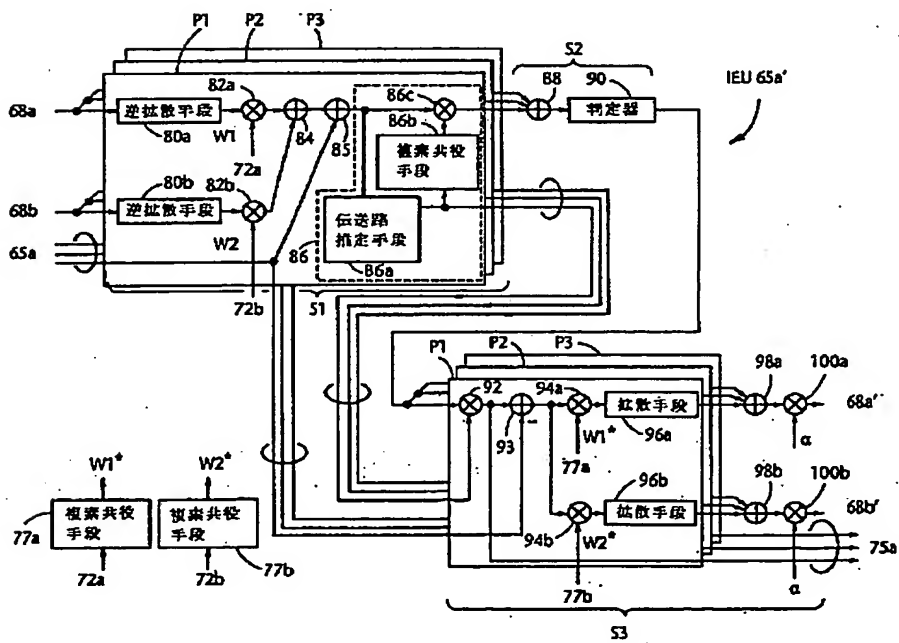
送受信例



【図10】



【図11】





フロントページの続き

(72)発明者 後川 彰久  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株  
式会社内